

02 JUL 2004

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 5 月 6 日 (06.05.2004)

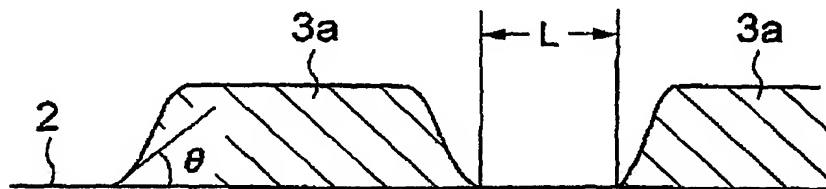
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/039129 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H05B 3/10, 3/18, 3/20, H01L 21/02, 21/68
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/003483
- (22) 国際出願日: 2003 年 3 月 20 日 (20.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2002-309388  
2002 年 10 月 24 日 (24.10.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央区 北浜四丁目 5 番 33 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 加智 義文 (KACHI, Yoshifumi) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県 伊丹市 昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒554-0024 大阪府 大阪市此花区 島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: CERAMICS HEATER FOR SEMICONDUCTOR PRODUCTION SYSTEM

(54) 発明の名称: 半導体製造装置用セラミックスヒーター



(57) Abstract: A ceramics heater for semiconductor production system in which damage due to short-circuit between resistance heaters can be prevented at the time of heat treating while sustaining soaking properties on the wafer surface by optimizing the inter-line distance of the resistive heaters. The ceramics heater for semiconductor production system has resistance heaters (3a) arranged on the surface of a ceramics substrate (2) or in the ceramics substrate (2), wherein the minimum angle  $\theta$  between the bottom face and the side face of the resistance heater (3a) is set not smaller than  $5^\circ$  on the cross-section thereof. The ceramics heater may further comprises a plasma electrode arranged on the surface of the ceramics substrate (2a) or in the ceramics substrate (2a). The ceramics substrate (2a) preferably comprise at least one kind selected from aluminum nitride, silicon nitride, aluminum oxynitride, and silicon carbide.

(57) 要約: 抵抗発熱体の配線間距離を最適化することによって、ウエハ表面の均熱性を保持しながら、加熱処理時に抵抗発熱体間での短絡による損傷が防止することができる半導体製造装置用セラミックスヒーターを提供する。セラミックス基板 2 の表面又は内部に抵抗発熱体 3 a を有する半導体製造装置用セラミックスヒーターであって、抵抗発熱体 3 a の断面において、抵抗発熱体 3 a の底面と側面とがなす最小角度  $\theta$  を  $5^\circ$  以上とする。セラミックスヒーターは、セラミックス基板 2 a の表面又は内部に、更にプラズマ電極が配置されていても良い。また、セラミックス基板 2 a は、窒化アルミニウム、窒化珪素、酸窒化アルミニウム、炭化珪素から選ばれた少なくとも 1 種が好ましい。

WO 2004/039129 A1

## 明細書

## 半導体製造装置用セラミックスヒーター

## 技術分野

- 5 本発明は、半導体製造工程においてウエハに所定の処理を行う半導体製造装置に使用され、ウエハを保持して加熱するセラミックスヒーターに関する。

## 背景技術

- 10 従来から、半導体製造装置に使用されるセラミックスヒーターに関しては、種々の構造が提案なされている。例えば、特公平6-28258号公報には、抵抗発熱体が埋設され、容器内に設置されたセラミックスヒーターと、このヒーターのウエハ加熱面以外の面に設けられ、反応容器との間で気密性シールを形成する凸状支持部材とを備えた半導体ウエハ加熱装置が提案されている。

- 15 また、最近では、製造コスト低減のために、ウエハの外径は8インチから12インチへ大口径化が進められており、これに伴ってウエハを保持するセラミックスヒーターも直径300mm以上になってきている。同時に、セラミックスヒーターにウエハを載置して抵抗発熱体に通電加熱したとき、ウエハ表面温度のバラツキ、即ちウエハ表面の均熱性は±1.0%以下、更に望ましくは±0.5%以下が求められている。

- 20 [特許文献1]

特公平6-28258号公報

- セラミックスヒーターの表面又は内部に形成される抵抗発熱体は、ウエハを載置する面を均一に加熱できるようにパターン設計され配置されている。即ち、ウエハ表面の均熱性を向上させるためには、抵抗発熱体の線幅及び隣接する抵抗発熱間の間隔を極力狭くし、抵抗発熱体を密に配置することが考えられる。
- 25

しかしながら、ウエハ表面の均熱性向上を重視して抵抗発熱体の配線間隔を狭くし過ぎると、抵抗発熱体の配線間に生じる電位差によって部分放電現象が生じ、これが更に進行すると抵抗発熱体の配線間で短絡が起こり、セラミックスヒーターの損傷にいたる。

## 発明の開示

本発明は、このような従来の事情に鑑み、抵抗発熱体のパターン設計を最適化することにより、ウエハ表面の均熱性を保持しながら、加熱処理時に抵抗発熱体間での短絡による損傷を防止することができる半導体製造装置用セラミックスヒーターを提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、本発明は、セラミックス基板の表面又は内部に抵抗発熱体を有する半導体製造装置用セラミックスヒーターであって、抵抗発熱体の断面において、該抵抗発熱体の底面と側面とがなす最小角度が $5^{\circ}$ 以上であることを特徴とする半導体製造装置用セラミックスヒーターを提供する。

上記本発明の半導体製造装置用セラミックスヒーターは、ウエハ載置面にウエハを載置して抵抗発熱体に通電加熱したとき、ウエハ表面温度のバラツキが使用温度において $\pm 1.0\%$ 以下であること、好ましくは $\pm 0.5\%$ 以下であることを特徴とするものである。

上記本発明の半導体製造装置用セラミックスヒーターにおいては、前記セラミックス基板が、窒化アルミニウム、窒化珪素、酸窒化アルミニウム、炭化珪素から選ばれた少なくとも1種からなることが好ましい。特に、前記セラミックス基板が、熱伝導率 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の窒化アルミニウム又は炭化ケイ素であることが好ましい。

また、上記本発明の半導体製造装置用セラミックスヒーターにおいては、前記抵抗発熱体が、タングステン、モリブデン、白金、パラジウム、銀、ニッケル、クロムから選ばれた少なくとも1種からなることが好ましい。

更に、上記本発明の半導体製造装置用セラミックスヒーターは、前記セラミックス基板の表面又は内部に、更にプラズマ電極が配置されていても良い。

## 図面の簡単な説明

図1は、セラミックスヒーターにおける抵抗発熱体断面を模式的に示す断面図であり、(a)は実際の抵抗発熱体断面を示し、(b)は理想的な抵抗発熱体断面を示している。

図2は、本発明によるセラミックスヒーターの一具体例を示す概略の断面図

である。

図3は、本発明によるセラミックスヒーターの別の具体例を示す概略の断面図である。

5 発明を実施するための最良の形態

発明者らは、セラミックスヒーターの抵抗発熱体に通電加熱して昇温させた際に、セラミックスヒーターに割れ等の損傷が発生する現象を詳細に検討した結果、互いに隣り合う抵抗発熱体の配線がその電位差の最も高い部位で短絡し、セラミックスヒーターの破壊に至っていることを見出した。

- 10 このような抵抗発熱体での短絡現象を回避するため、発明者らは、抵抗発熱体の断面形状、とりわけ抵抗発熱体の配線断面（以下、単に抵抗発熱体断面とも言う）における底面と側面とがなす角度に着目した。即ち、このような短絡現象は、抵抗発熱体の配線間の距離、印加電圧、電極形状、及び雰囲気圧力によって発生  
15 の有無が決定される。ここで、配線間距離はヒーターの均熱性を得るために抵抗発熱体のパターン設計で制約され、印加電圧及び雰囲気圧力は処理条件により定められる。

- 一方、抵抗発熱体の配線間距離を一定とした場合、配線断面が正形状及び長形状のとき最も短絡が起こり難く、針状のときに最も短絡が起こり易いことが  
20 判明した。従って、セラミックスヒーターの抵抗発熱体の断面形状を工夫することによって、短絡による割れを防止できると考え、その方法を検討した。

- セラミックスヒーターの抵抗発熱体は、一般的に、セラミックス焼結体若しくはグリーンシート上に、導電ペーストを印刷して焼き付けることにより形成される。このようにして得られる抵抗発熱体の断面形状を模式的に示すと、理想的には図1(b)のように断面矩形の抵抗発熱体3bとして図示されることが多いが、  
25 実際には導電ペーストのダレや滲みによって、必ず図(a)のように抵抗発熱体3aは傾斜した側面を有する略台形状となり、セラミックス基板2に接する抵抗発熱体3aの底面と側面とがなす最小角度 $\theta$ は鋭角になる。

そこで、図1(b)に示す抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体3aの配線間距離Lを0.5～20mmの範囲で変化させると共に、その底面と側面とがなす

最小角度  $\theta$  を  $2^\circ$  から次第に大きく設定して、抵抗発熱体を通電加熱したときの配線間における短絡の有無を調べた。その結果、配線間距離  $L$  に拘わらず、抵抗発熱体断面において底面と側面とがなす最小角度  $\theta$  を  $5^\circ$  以上とすることにより、配線間の短絡を回避できることを見出した。

- 5      尚、抵抗発熱体断面において底面と側面とがなす最小角度  $\theta$  を変える方法としては、抵抗発熱体形成用のペーストを印刷塗布する際に、ペースト希釈量を変えてペースト粘度を変化させる等の方法を採用することができる。

- 10      本発明のセラミックスヒーターにおいては、抵抗発熱体の底面と側面とがなす最小角度  $\theta$  が  $5^\circ$  以上であっても、抵抗発熱体の配線間距離  $L$  が余りに小さ過ぎると、即ち一般的に配線間距離  $L$  が  $0.1\text{ mm}$  未満になると、配線間で短絡が生じやすくなるため注意を要する。

- 15      このように、抵抗発熱体断面において底面と側面とがなす最小角度  $\theta$  を  $5^\circ$  以上とする本発明のセラミックスヒーターでは、抵抗発熱体に通電加熱したときのウエハ表面温度のバラツキ（均熱性）を、使用温度において好ましくは  $\pm 1.0\%$  以下、更に好ましくは  $\pm 0.5\%$  以下とすることが可能である。

しかし、抵抗発熱体の配線間距離  $L$  が大き過ぎると、抵抗発熱体に通電加熱したときのウエハ表面温度のバラツキが大きくなり、所望の均熱性を達成することが難しくなる。この点を考慮すると、抵抗発熱体の配線間距離  $L$  は  $5\text{ mm}$  以下とすることが望ましい。

- 20      次に、本発明によるセラミックスヒーターの具体的な構造を、図 2～図 3 により説明する。図 2 に示すセラミックスヒーター 1 は、セラミックス基板 2 a の表面上に所定の配線パターンの抵抗発熱体 3 が設けてあり、その表面上に別のセラミックス基板 2 b がガラス又はセラミックスからなる接着層 4 により接合されている。  
25      尚、抵抗発熱体 3 の配線パターンの配線幅は、好ましくは  $5\text{ mm}$  以下、更に好ましくは  $1\text{ mm}$  以下とする。

また、図 3 に示すセラミックスヒーター 11 は、その内部に抵抗発熱体 13 と共にプラズマ電極 15 を備えている。即ち、図 2 のセラミックスヒーターと同様に、表面上に抵抗発熱体 13 を有するセラミックス基板 12 a とセラミックス基板 12 b を接着層 14 a で接合すると共に、そのセラミックス基板 12 a の他表面に、

プラズマ電極 15 を設けた別のセラミックス基板 12 c がガラス又はセラミックスからなる接着層 14 b により接合してある。

- 尚、図 2 及び図 3 に示したセラミックスヒーターの製造においては、それぞれのセラミックス基板を接合する方法以外にも、厚さ約 0.5 mm のグリーンシートを準備し、各グリーンシート上に導電性ペーストを抵抗発熱体及び／又はプラズマ電極の回路パターンを印刷塗布した後、これらのグリーンシート並びに必要なに応じて通常のグリーンシートを所要の厚さが得られるよう積層し、同時に焼結して一体化しても良い。

## 10 実施例

### (実施例 1)

- 窒化アルミニウム (A1N) 粉末に、焼結助剤とバインダーを添加し、ボールミルによって分散混合した。この混合粉末をスプレードライ乾燥した後、直径 380 mm、厚み 1 mm の円板状にプレス成形した。得られた成形体を非酸化性雰囲気中にて温度 800℃ で脱脂した後、温度 1900℃ で 4 時間焼結することにより、A1N 焼結体を得た。この A1N 焼結体の熱伝導率は 1.70 W/mK であった。この A1N 焼結体の外周面を外径 300 mm になるまで研磨して、セラミックスヒーター用の A1N 基板 2 枚を準備した。

- 1 枚の上記 A1N 基板の表面上に、タングステン粉末と焼結助剤をバインダーに混練したペーストを印刷塗布し、所定の抵抗発熱体の配線パターンを形成した。その際、印刷スクリーンやペースト粘度を変えることにより、抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体の底面と側面とがなす最小角度  $\theta$  (以下、断面最小角度  $\theta$  と称する) 及び隣接する配線間距離  $L$  を変化させた。その後、この A1N 基板を非酸化雰囲気中にて温度 800℃ で脱脂した後、温度 1700℃ で焼成して、W の抵抗発熱体を形成した。

また、残り 1 枚の上記 A1N 基板の表面に、 $Y_2O_3$  系接着剤とバインダーを混練したペーストを印刷塗布し、温度 500℃ で脱脂した。この A1N 基板の接着剤の層を、上記 A1N 基板の抵抗発熱体を形成した面に重ね合わせ、温度 800℃ に加熱して接合した。このようにして、図 1 の構造を有し、下記表 1 に示すように配

線間距離  $L$  及び断面最小角度  $\theta$  が異なる各試料のセラミックスヒーターを作製した。

このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、ウエハ載置面の反対側表面に形成した2つの電極から、200Vの電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を500℃まで昇温し、セラミックスヒーターの割れの発生有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み0.8mm、直径300mmのシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、500℃でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表1に示した。

10

表1

試料	断面最少角度 $\theta$ (°)	配線間距離 $L$ (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=5)	500℃ウエハ表面 の均熱性 (°C)
1	7	20	0/5	±1.80
2	7	10	0/5	±1.31
3	7	5	0/5	±0.48
4	7	1	0/5	±0.40
5	7	0.5	0/5	±0.35
6	5	20	0/5	±1.80
7	5	10	0/5	±1.31
8	5	5	0/5	±0.48
9	5	1	0/5	±0.40
10	5	0.5	0/5	±0.35
11*	4	20	0/5	±1.80
12*	4	10	0/5	±1.31
13*	4	5	2/5	±0.48
14*	4	1	4/5	±0.40
15*	4	0.5	5/5	±0.35
16*	2	20	0/5	±1.80
17*	2	10	2/5	±1.31
18*	2	5	4/5	±0.48
19*	2	1	4/5	±0.40
20*	2	0.5	5/5	±0.35

(注) 表中の\*を付した試料は比較例である。

上記表1に示す結果から分るように、窒化アルミニウムヒーターにおいて、抵

抗発熱体の断面最小角度 $\theta$ を $5^\circ$ 以上とすることで、加熱昇温時のヒーター割れを無くすことができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離 $L$ を $0.5 \sim 5 \text{ mm}$ の範囲内とすることにより、 $\pm 0.5\%$ 以内の均熱性が得られることが分った。

(実施例2)

- 5 窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 粉末に、焼結助剤とバインダーを添加して、ボールミルによって分散混合した。この混合粉末をスプレードライ乾燥した後、直径 $380 \text{ mm}$ 、厚み $1 \text{ mm}$ の円板状にプレス成形した。この成形体を非酸化性雰囲気中にて温度 $800^\circ\text{C}$ で脱脂した後、温度 $1550^\circ\text{C}$ で4時間焼結することによって、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 焼結体を得た。この $\text{Si}_3\text{N}_4$ 焼結体の熱伝導率は $20 \text{ W/mK}$ であった。この
- 10  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 焼結体の外周面を外径 $300 \text{ mm}$ になるまで研磨して、セラミックスヒーター用の $\text{Si}_3\text{N}_4$ 基板2枚を準備した。

- 1枚の上記 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 基板の表面上に、タングステン粉末と焼結助剤をバインダーに混練したペーストを印刷塗布して、所定の抵抗発熱体の配線パターンを形成した。このとき、印刷スクリーンやペースト粘度を変えることにより、抵抗発熱体の
- 15 断面において、抵抗発熱体の断面最小角度 $\theta$ 及び隣接する配線間距離 $L$ を変化させた。その後、この $\text{Si}_3\text{N}_4$ 基板を非酸化雰囲気中にて温度 $800^\circ\text{C}$ で脱脂した後、温度 $1700^\circ\text{C}$ で焼成して、 $W$ の抵抗発熱体を形成した。

- また、残り1枚の上記 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 基板の表面に、 $\text{SiO}_2$ 系接着剤とバインダーを混練したペーストを印刷塗布し、温度 $500^\circ\text{C}$ で脱脂した。この $\text{Si}_3\text{N}_4$ 基板の
- 20 接着剤の層を、上記 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 基板の抵抗発熱体を形成した面に重ね合わせ、温度 $800^\circ\text{C}$ に加熱して接合した。このようにして、図1の構造を有し、下記表2に示すように配線間距離 $L$ 及び断面最小角度 $\theta$ が異なる各試料のセラミックスヒーターを作製した。

- このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、 $200 \text{ V}$ の電
- 25 圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を $500^\circ\text{C}$ まで昇温し、セラミックスヒーターの割れ発生の有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み $0.8 \text{ mm}$ 、直径 $300 \text{ mm}$ のシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、 $500^\circ\text{C}$ でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表2に示した。



表 2

試料	断面最少角度 $\theta$ (°)	配線間距離 L (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=5)	500℃ウエハ表面 の均熱性 (°C)
21	7	20	0/5	±2.85
22	7	10	0/5	±2.50
23	7	5	0/5	±0.91
24	7	1	0/5	±0.81
25	7	0.5	0/5	±0.67
26	5	20	0/5	±2.85
27	5	10	0/5	±2.50
28	5	5	0/5	±0.91
29	5	1	0/5	±0.81
30	5	0.5	0/5	±0.67
31*	4	20	0/5	±2.85
32*	4	10	0/5	±2.50
33*	4	5	1/5	±0.91
34*	4	1	3/5	±0.81
35*	4	0.5	4/5	±0.67
36*	2	20	0/5	±2.85
37*	2	10	2/5	±2.50
38*	2	5	4/5	±0.91
39*	2	1	5/5	±0.81
40*	2	0.5	5/5	±0.67

(注) 表中の\*を付した試料は比較例である。

上記表 2 から分るように、窒化珪素製のセラミックスヒーターにおいても、抵抗発熱体の断面最小角度  $\theta$  を  $5^\circ$  以上とすることにより、実施例 1 の窒化アルミニウム製の場合と同様に、加熱昇温のヒーター割れを無くすることができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離 L を 0.5 ~ 5 mm の範囲内とすることで、±1.0 % 以内の均熱性が得られた。

#### (実施例 3)

- 10 酸窒化アルミニウム (AlON) 粉末に、焼結助剤とバインダーを添加し、ボールミルによって分散混合した。この混合粉末をスプレードライ乾燥した後、直径 380 mm、厚み 1 mm の円板状にプレス成形した。この成形体を非酸化性雰囲気中にて温度 800℃で脱脂した後、温度 1770℃で 4 時間焼結することによって、AlON 焼結体を得た。この AlON 焼結体の熱伝導率は 20 W/mK であった。

得られたA1ON焼結体の外周面を外径300mmになるまで研磨して、セラミックスヒーター用のA1ON基板2枚を準備した。

1枚の上記A1ON基板の表面上に、タングステン粉末と焼結助剤をバインダーに混練したペーストを印刷塗布し、所定の抵抗発熱体の配線パターンを形成した。

- 5 このとき、印刷スクリーンやペースト粘度を変えることにより、抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体の断面最小角度 $\theta$ 及び隣接する配線間距離 $L$ を変化させた。その後、このA1ON基板を非酸化雰囲気中にて温度800℃で脱脂した後、温度1700℃で焼成して、それぞれ $W$ の抵抗発熱体を形成した。

- 10 また、残り1枚の上記A1ON基板の表面に、SiO<sub>2</sub>系接着剤とバインダーを混練したペーストを印刷塗布し、温度500℃で脱脂した。このA1ON基板の接着剤の層を、上記A1ON基板の抵抗発熱体を形成した面に重ね合わせ、温度800℃に加熱して接合した。このようにして、下記表3に示すように図1の構造を有し、下記表3に示すように配線間距離 $L$ 及び断面最小角度 $\theta$ が異なる各試料のセラミックスヒーターを作製した。

- 15 このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、200Vの電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を500℃まで昇温し、セラミックスヒーターの割れ発生の有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み0.8mm、直径300mmのシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、500℃でのウエハ表面の均熱性を求めた。
- 20 得られた結果を、試料毎に下記表3に示した。

表 3

試料	断面最少角度 $\theta$ (°)	配線間距離 L (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=5)	500℃ウエハ表面 の均熱性 (℃)
41	7	20	0/5	±2.85
42	7	10	0/5	±2.50
43	7	5	0/5	±0.91
44	7	1	0/5	±0.81
45	7	0.5	0/5	±0.67
46	5	20	0/5	±2.85
47	5	10	0/5	±2.50
48	5	5	0/5	±0.91
49	5	1	0/5	±0.81
50	5	0.5	0/5	±0.67
51*	4	20	0/5	±2.85
52*	4	10	0/5	±2.50
53*	4	5	3/5	±0.91
54*	4	1	4/5	±0.81
55*	4	0.5	5/5	±0.67
56*	2	20	0/5	±2.85
57*	2	10	2/5	±2.50
58*	2	5	4/5	±0.91
59*	2	1	5/5	±0.81
60*	2	0.5	5/5	±0.67

(注) 表中の\*を付した試料は比較例である。

上記表 2 から分るように、酸化アルミニウム製のセラミックスヒーターにおいても、抵抗発熱体の断面最小角度  $\theta$  を  $5^\circ$  以上とすることにより、実施例 1 の酸化アルミニウム製の場合と同様に、加熱昇温のヒーター割れを無くすることができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離 L を 0.5 ~ 5 mm の範囲内とすることで、 $\pm 1.0\%$  以内の均熱性が得られた。

(実施例 4)

10 実施例 1 と同様の方法により、酸化アルミニウム焼結体からなる外径 300 mm のセラミックスヒーター用の AlN 基板を 2 枚作製した。次に、この 2 枚の AlN 基板を用いてセラミックスヒーターを作製するに際して、1 枚の AlN 基板の表面上に設ける抵抗発熱体の材料を Mo、Pt、Ag-Pd、Ni-Cr に変化させた以外は実施例 1 と同様にして、それぞれ配線間距離 L 及び断面最小角度  $\theta$  が異なる

Wの抵抗発熱体を形成した。

次に、残り1枚のAlN基板の表面には、SiO<sub>2</sub>系接合ガラスを塗布し、非酸化性雰囲気にて温度800℃で脱脂した。このAlN基板の接合ガラス層を、上記AlN基板の抵抗発熱体を形成した面に重ね合わせ、温度800℃に加熱して接合  
5 することにより、下記表4に示すように配線間距離L及び断面最小角度θが異なる各試料のAlN製のセラミックスヒーターを得た。

このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、200Vの電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を500℃まで昇温し、セラミックスヒーターの割れ発生の有無を調べた。また、セラミック  
10 スヒーターのウエハ載置面上に厚み0.8mm、直径300mmのシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、500℃でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表4に示した。

表 4

試料	発熱体	断面最少 角度 $\theta$ (°)	配線間距離 L (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=5)	500℃での表面 均熱性 (°C)
61	Mo	7	10	0/5	±1.28
62	Mo	7	0.5	0/5	±0.35
63	Mo	5	10	0/5	±1.28
64	Mo	5	5	0/5	±0.45
65	Mo	5	1	0/5	±0.37
66	Mo	5	0.5	0/5	±0.35
67*	Mo	4	10	0/5	±1.28
68*	Mo	4	1	2/5	±0.37
69*	Mo	4	0.5	5/5	±0.35
70	Pt	7	10	0/5	±1.28
71	Pt	7	0.5	0/5	±0.35
72	Pt	5	10	0/5	±1.28
73	Pt	5	5	0/5	±0.45
74	Pt	5	1	0/5	±0.37
75	Pt	5	0.5	0/5	±0.35
76*	Pt	4	10	0/5	±1.28
77*	Pt	4	1	4/5	±0.37
78*	Pt	4	0.5	4/5	±0.35
79	Ag-Pd	7	10	0/5	±1.28
80	Ag-Pd	7	0.5	0/5	±0.35
81	Ag-Pd	5	10	0/5	±1.28
82	Ag-Pd	5	5	0/5	±0.45
83	Ag-Pd	5	1	0/5	±0.37
84	Ag-Pd	5	0.5	0/5	±0.35
85*	Ag-Pd	4	10	0/5	±1.28
86*	Ag-Pd	4	1	3/5	±0.37
87*	Ag-Pd	4	0.5	4/5	±0.35
88	Ni-Cr	7	10	0/5	±1.28
89	Ni-Cr	7	0.5	0/5	±0.35
90	Ni-Cr	5	10	0/5	±1.28
91	Ni-Cr	5	5	0/5	±0.45
92	Ni-Cr	5	1	0/5	±0.37
93	Ni-Cr	5	0.5	0/5	±0.35
94*	Ni-Cr	4	10	0/5	±1.28
95*	Ni-Cr	4	1	3/5	±0.37
96*	Ni-Cr	4	0.5	5/5	±0.35

(注) 表中の\*を付した試料は比較例である。

上記表 4 に示すように、抵抗発熱体が Mo、Pt、Ag-Pd、Ni-Cr からなる窒化アルミニウム製のセラミックスヒーターにおいても、実施例 1 に示し

たWの抵抗発熱体の場合と同様に、抵抗発熱体の断面最小角度 $\theta$ を $5^\circ$ 以上とすることにより、加熱昇温のヒーター割れを無くすことができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離Lを0.5～5mmの範囲内とすることで、 $\pm 0.5\%$ 以内の均熱性が得られた。

5 (実施例5)

窒化アルミニウム(A1N)粉末に焼結助剤、バインダー、分散剤、アルコールを添加混練したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ約0.5mmのグリーンシートを得た。

次に、このグリーンシートを $80^\circ\text{C}$ で5時間乾燥した後、タングステン粉末と焼結助剤をバインダーにて混練したペーストを、1枚のグリーンシートの表面上に印刷塗布して、所定配線パターンの抵抗発熱体層を形成した。このとき、印刷スクリーンやペースト粘度を変えることにより、抵抗発熱体の断面において、抵抗発熱体の断面最小角度 $\theta$ 及び隣接する配線間距離Lを変化させた。

更に、別の1枚のグリーンシートを同様に乾燥し、その表面上に前記タングステンペーストを印刷塗布して、プラズマ電極層を形成した。これら2枚の導電層を有するグリーンシートと、導電層が印刷されていないグリーンシートを合計50枚積層し、 $70\text{ kg/cm}^2$ の圧力をかけながら $140^\circ\text{C}$ に加熱して一体化した。

得られた積層体を非酸化性雰囲気中にて $600^\circ\text{C}$ で5時間脱脂した後、 $100\sim 150\text{ kg/cm}^2$ の圧力と $1800^\circ\text{C}$ の温度でホットプレスして、厚さ3mmのA1N板状体を得た。これを直径380mmの円板状に切り出し、その外周部を直径300mmになるまで研磨した。このようにして、内部にWの抵抗発熱体とプラズマ電極を備えた図2の構造を有し、下記表5に示すように配線間距離L及び断面最小角度 $\theta$ が異なる各試料のセラミックスヒーターを作製した。

このようにして得られた各試料のセラミックスヒーターについて、200Vの電圧で抵抗発熱体に電流を流すことにより、セラミックスヒーターの温度を $500^\circ\text{C}$ まで昇温し、セラミックスヒーターの割れ発生の有無を調べた。また、セラミックスヒーターのウエハ載置面上に厚み0.8mm、直径300mmのシリコンウエハを載せ、その表面温度分布を測定して、 $500^\circ\text{C}$ でのウエハ表面の均熱性を求めた。得られた結果を、試料毎に下記表5に示した。

表 5

試料	断面最少角度 $\theta$ (°)	配線間距離 L (mm)	ヒーター割れ発生 頻度 (N=5)	500°Cウエハ表面 均熱性 (°C)
97	7	20	0/5	±1.86
98	7	10	0/5	±1.29
99	7	5	0/5	±0.47
100	7	1	0/5	±0.41
101	7	0.5	0/5	±0.36
102	5	20	0/5	±1.86
103	5	10	0/5	±1.29
104	5	5	0/5	±0.47
105	5	1	0/5	±0.41
106	5	0.5	0/5	±0.36
107	4	20	0/5	±1.86
108	4	10	0/5	±1.29
109	4	5	4/5	±0.47
110	4	1	4/5	±0.41
111	4	0.5	4/5	±0.36
112	2	20	0/5	±1.86
113	2	10	0/5	±1.29
114	2	5	4/5	±0.47
115	2	1	5/5	±0.41
116	2	0.5	5/5	±0.36

- 上記表 5 に示す結果から分るように、抵抗発熱体とプラズマ電極を有する窒化
- 5 アルミニウム製のセラミックスヒーターであっても、抵抗発熱体の断面最小角度  $\theta$  を  $5^\circ$  以上とすることにより、加熱昇温のヒーター割れを無くすることができた。しかも、抵抗発熱体の配線間距離  $L$  を  $0.5 \sim 5 \text{ mm}$  の範囲内とすることによって、 $\pm 0.5 \%$  以内の均熱性が得られた。

#### 10 産業上の利用可能性

本発明によれば、抵抗発熱体断面における底面と側面とがなす角度を最適化することにより、ウエハ表面の均熱性を保持しながら、加熱処理時に抵抗発熱体間での短絡による損傷のない半導体製造装置用セラミックスヒーターを提供することができる。

## 請求の範囲

1. セラミックス基板の表面又は内部に抵抗発熱体を有する半導体製造装置用セラミックスヒーターであって、抵抗発熱体の断面において、該抵抗発熱体の  
5 底面と側面とがなす最小角度が $5^{\circ}$ 以上であることを特徴とする半導体製造装置用セラミックスヒーター。

2. ウエハ載置面にウエハを載置して抵抗発熱体に通電加熱したとき、ウエハ表面温度のバラツキが使用温度において $\pm 1.0\%$ 以下であることを特徴とする、請求項1に記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

10 3. 前記ウエハ表面温度のバラツキが使用温度において $\pm 0.5\%$ 以下であることを特徴とする、請求項2に記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

4. 前記セラミックス基板が、窒化アルミニウム、窒化珪素、酸窒化アルミニウム、炭化珪素から選ばれた少なくとも1種からなることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

15 5. 前記セラミックス基板が、熱伝導率 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の窒化アルミニウム又は炭化ケイ素であることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

6. 前記抵抗発熱体が、タングステン、モリブデン、白金、パラジウム、銀、ニッケル、クロムから選ばれた少なくとも1種からなることを特徴とする、請求  
20 項1～5のいずれかに記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。

7. 前記セラミックス基板の表面又は内部に、更にプラズマ電極が配置されていることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の半導体製造装置用セラミックスヒーター。



1/2

FIG. 1(a)

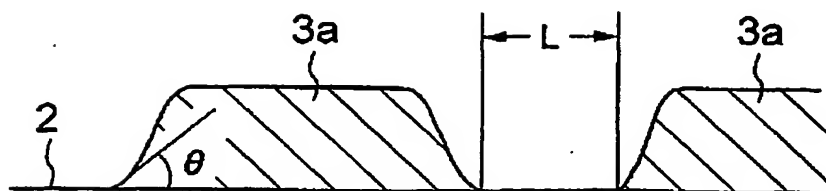
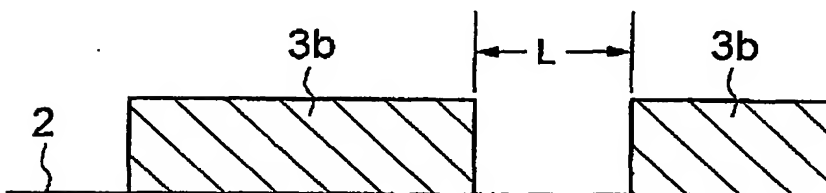


FIG. 1(b)



2/2

FIG. 2

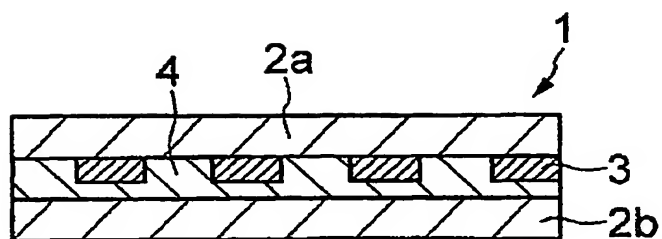
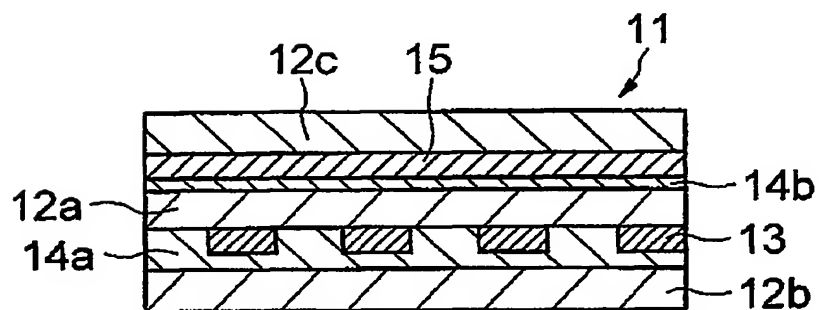


FIG. 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03483

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> H05B3/10, H05B3/18, H05B3/20, H01L21/02, H01L21/68										
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC										
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> H05B3/10, H05B3/18, H05B3/20, H01L21/02, H01L21/68										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2003</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2003</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2003</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003							
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)										
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
X	EP 1199908 A1 (Ibiden Co., Ltd.), 24 April, 2002 (24.04.02), Full text; Figs. 1 to 9 & WO 01/30115 A1 & WO 01/31978 A1 & US 2002/0043528 A1 & JP 2002-093677 A & JP 2001-267043 A Full text; Figs. 1 to 9	1-7								
X	JP 2002-25750 A (Ibiden Co., Ltd.), 25 January, 2002 (25.01.02), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-7								
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.										
<table border="0"> <tr> <td>           * Special categories of cited documents:            "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance            "E" earlier document but published on or after the international filing date            "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)            "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means            "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed         </td> <td>           "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention            "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone            "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art            "&amp;" document member of the same patent family         </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family						
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family									
Date of the actual completion of the international search 02 May, 2003 (02.05.03)		Date of mailing of the international search report 20 May, 2003 (20.05.03)								
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer								
Facsimile No.		Telephone No.								

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal application No.

PCT/JP03/03483

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/63972 A1 (Ibiden Co., Ltd.), 30 August, 2001 (30.08.01), Full text; Figs. 1 to 14 & JP 2001-244320 A Full text; Figs. 1 to 14	1-7

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05B3/10, H05B3/18, H05B3/20,  
H01L21/02, H01L21/68

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H05B3/10, H05B3/18, H05B3/20,  
H01L21/02, H01L21/68

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	EP 1199908 A1 (IBIDEN Co. Ltd.) 2002. 04. 24, 全文, 第1-9図 & WO 01/30115 A1 & WO 01/31978 A1 & US 2002/0043528 A1 & JP 2002-093677 A, & JP 2001-267043 A, 全文, 第1-9図	1-7
X	JP 2002-25750 A (イビデン株式会社) 2002. 01. 25, 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 05. 03

国際調査報告の発送日

20.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大嶋 洋一

4 L

9170

電話番号 03-3581-1101 内線 6764

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 01/63972 A1 (イビデン株式会社) 2001. 08. 30, 全文, 第1-14図 & JP 2001-244320 A, 全文, 第1-14図	1-7